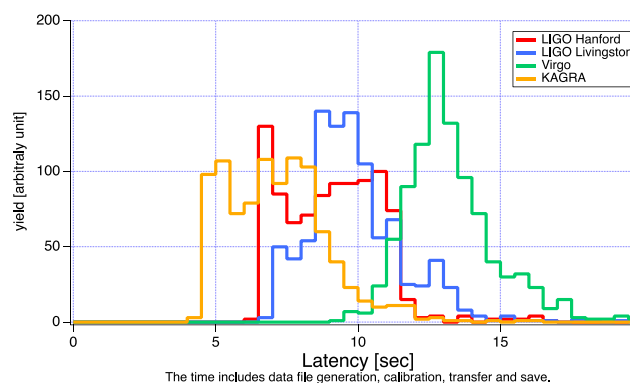


令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：KAGRA データ転送・保管系の構築 (9) 英文：Construction of KAGRA data transfer and storage system (9)
研究代表者	神田展行(大阪公立大学)
参加研究者	伊藤洋介、Marco Meyer、覺依珠美、高谷匡平、富田航汰、藤森匠、松山まほろ、岩永響生、川本竜生(以上、大阪公立大学)、大原謙一(放送大学新潟学習センター)、澤田崇広、三代木伸二、田越秀行、宮川治、山本尚弘、横澤孝章(以上、東京大学)、高橋弘毅(東京都市大学)、灰野禎一(中央研究院 Academia Sinica)、酒井一樹(長岡工業高等専門学校)、土田怜(福井工業高等専門学校)
研究成果概要	<p>本研究は、KAGRA のデータ取得系を整備・運用し、データの保管や国際重力波観測網とのデータ共有を行うものである。重力波検出器 KAGRA, LIGO, Virgo は、2023 年は第 4 次観測運転(O4)を開始した。複数検出器の同時観測は天体観測として重要な方向決定精度や全天観測、さらには重力波の振幅と偏光を解くために決定的に必要である。</p> <p>本研究で整備・運用した KAGRA のデータシステムは、継続的に KAGRA のすべての信号を含む観測データの完全な保管、キャリブレーションされたストレイン $h(t)$ のデータの LIGO, Virgo との即時共有、ある程度の時間でまとめたストレインデータの共有を行った。</p> <p>KAGRA の全運転データ(観測期間以外も含む)は 2023 年度末では約 3.2 PB に足している。また主データ装置の約半分がリース契約期間を終えるため、過去データの複製やデータ転送・共有を受け持つサーバの完全移行を 2023 年度は行なった。</p> <p>即時共有については、国際重力波観測網とのデータ送受信を新しい方法である Apache Kafka に全面的に切り替えた。右の図に示すように、5~12 秒程度の遅延時</p>



図：柏キャンパス設置の KAGRA 主データ装置における国際重力波観測網のストレインデータ共有の遅延時間。この遅延時間はキャリブレーションやインパルス応答計算、データフレームの時間長(1 秒)による遅延なども含まれている。

間で KAGRA と国際重力波観測網のデータの共有がなされている。この値は以前に用いていた `framelink` というソケットベースの方法とほとんど変わらないが、`Kafka` はメッセージ配送型のため、送受信それぞれの側を非同期で起動してもよく、配送先の拡張に有利であり、今後 KAGRA のデータ解析環境に資すると期待している。また、このグラフでは Virgo-KAGRA 間の速度が他に比べて遅いが、サーバ設定で今後改善が見込まれている。

ストレイン $h(t)$ のデータは、KAGRA では 4096 秒毎に一つのファイルにまとめて記録されている。LIGO, Virgo も同様である。これは解析時のファイル読み込みに有利である。このまとめたファイルは、従来は CERN で開発された `Rucio` というソフトウェアを用いて転送していたが、2023 年度中に `CVMFS` を用いて Open Science Grid リポジトリによってディスク領域を共有するようにした。

以上のように、2023 年度は主にデータ周りのシステム、ソフトウェアの切り替えに多くの作業を行なった。また、KAGRA のデータ取得・保管・転送系についての論文(PTEP, DOI: 10.1093/ptep/ptad112)を投稿し、出版された。

研究成果の発表

- Akutsu, T., et al., the KAGRA collaboration, "Overview of KAGRA: Data transfer and management", *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2023, 10, DOI: 10.1093/ptep/ptad112, (2023/10/1)
- 酒井一樹, KAGRA Collaboration, "KAGRA データ転送・保管系の運用状況およびアップグレード状況", 日本物理学会 2024 年春季大会
- Marco Meyer-Conde, "Modern machine learning technics and tools in collaboration with CERN", GW research exchange meeting(招待講演), 2023
- Marco Meyer-Conde, "Online detection of Compact Binary Coalescences using KFR library and CERN Machine Learning Toolkit", 日本物理学会 第 78 回年次大会
- Marco Meyer-Conde, "Interfacing Apache Kafka and ROOT in Gravitational Waves workflow", ROOT PPP Meeting, 2023
- Marco Meyer-Conde, "Computing the Wave : Where the Gravitational Wave Community benefits from High-Energy Physics, and where it differs ?" , 22nd International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research(招待講演), 2024 年 3 月, (proceeding: to be submitted in IOP Science)
- Marco Meyer-Conde, "Overview of gravitational wave data formats", ROOT PPP Meeting, 2023